



# Doğrusal kombinasyon tekniği kullanılarak arazi değerlendirme çalışması; Çarşamba Sefalı Köyü Örneği

✉ Murat Çakır<sup>1</sup>, ✉ Orhan Dengiz\*<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Tarım ve Orman Bakanlığı, Samsun İl Tarım ve Orman Müdürlüğü Çarşamba İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü, Samsun

<sup>2</sup> Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Samsun

## Özet

Bu çalışmanın amacı parametrik bir model olan Analitik Hiyerarşik Süreç yardımıyla Doğrusal Kombinasyon Tekniği kullanılarak çalışma alanına ait arazilerin arazi uygunluk sınıflamasının belirlenmesi ve haritalanmasıdır. Çalışma alanı, Samsun İli Çarşamba ilçesine bağlı Sefalı Köyü ve yakın çevresini kapsamakta olup, yaklaşık 972 ha'dır. Çalışma alanına ait haritalama birimleri ve modeller için gerekli olan toprak parametrelerinin belirlenmesinde detaylı toprak haritasından yararlanılmıştır. Ayrıca, CBS programı kullanılarak çalışma alanının arazi uygunluk haritaları oluşturulmuştur. Tarımsal yönden arazi uygunluk haritasına göre, araştırma alanının büyük bir kısmı olan 6106.3 da' ı (%62.85) uygun ve çok uygun sınıfları oluştururken, %27.1'i (2633.4 da) az uygun sınıfa girmektedir. Toplam alanın yalnız yaklaşık %10'unu oluşturan Tp1.Dd31o, Yk1.Ed21i ve Yk1.Dd21i haritalama birimleri ise tarımsal kullanıma uygun değildirler. Bitkisel üretimi sınırlandıran ana faktörler olarak eğim, ağır bünye ve sığ toprak özellikleri olduğu belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Parametrik metod, analitik hiyerarşik süreç, doğrusal kombinasyon tekniği, arazi değerlendirme.

## Land Evaluation Study Using Linear Combination Technique, Case Study Sefalı Village

### Abstract

The main aim of this study is to determine land suitability class and mapping using Analytic Hierarchical Process associated with Linear Combination Technique that is a parametric model. This study was carried out in Sefalı village and its near vicinity located at Çarşamba district of Samsun province covers about 972.2 ha. Land mapping units and some soil parameters required for models were taken from detailed soil map. In addition, land suitability map was produced using GIS programme for the study area. The results of land suitability for agricultural use showed that while 6106.3 ha (62.85%) of the study area soils were classified as best and good, about %27.1 (2633.4 ha) were classified as moderately good lands. Only about 10.0% of the study area located on Tp1.Dd31o, Yk1.Ed21i and Yk1.Dd21i land mapping units were not suitable for agricultural uses. In addition, it was determined also some plant growing limitation factors such as, heavy texture, steep slope and shallow soil depth.

**Keywords:** Parametric method, analytic hierarchical process, linear combination technique, land evaluation.

© 2021 Türkiye Toprak Bilimi Derneği. Her Hakkı Saklıdır

## Giriş

Tarım, insanların temel besin ihtiyaçlarının üretmesi, sanayi için hammadde kaynağı oluşturması yanı sıra bir istihdam alanı olması ve ülke ekonomisine ihracat yoluyla ekonomik katkı sağlaması nedeniyle, her ülke için önemli bir stratejik alandır. Tarım sektörünün başlıca girdi pfatörlerinden birisi olan toprak ise, hiç kuşkusuz insanoğlunun yaşamını devam ettirmesi, ülkelerin kalkınma ve refahının sağlanması bakımından vazgeçilmez bir doğal kaynaktır. İnsanoğlunun yerleşik düzene geçmesinden buyana, medeniyetlerin kalkınması ve insanların yaşam düzeyleri insan-toprak etkileşmesinden önemli düzeyde etkilenmiştir. Bu çift taraflı ilişki çerçevesinde insanoğlu da toprak üzerine önemli düzeyde pozitif ve negatif yönde etkide bulunmuştur.

\* Sorumlu yazar:

Tel. : 0 (362) 312 1919

E-posta : [odengiz@omu.edu.tr](mailto:odengiz@omu.edu.tr)

Geliş Tarihi : 19 Mart 2021

Kabul Tarihi : 05 Mayıs 2021

e-ISSN : 2146-8141

DOI : 10.33409/tbbbd.899746

Dünya üzerinde tarım arazilerinin alansal yönde genişletilmesi olanağı çok kısıtlı olmasının yanısıra, Türkiye’de olduğu gibi birçok ülkede de buna durum son sınıra ulaşmış durumdadır. Diğer ülkelerde olduğu gibi Türkiye’de de arazi ve toprak kaynaklarının kullanımında ciddi yanlışlıklar yapılmakta ve bu durumda belirtilen doğal kaynaklarımızın geriye dönüşü mümkün olmayacak şekilde kaybedilmektedir. Bunun en önemli nedenlerinden birisi de arazi ve toprak kalite ve karakteristiklerini içeren detaylı toprak etütlerine dayalı arazi kullanım planlaması çalışmalarının bulunmaması, hızlı ve sağlıklı karar veren sistemlerin kurulmamış olmasıdır (Dinç ve Şenol, 1997). Bununla birlikte; yanlış kullanım, erozyon başta olmak üzere arazi tahribatına neden olan unsurların yanı sıra, her geçen gün gıda ve tarımsal hammadde ihtiyacının giderek artması ve çeşitlenmesi sonucunda arazi kaynakları üzerinde oluşan negatif etki, yanlış ve amaç dışı arazi kullanımını da beraberinde getirmektedir. Bu süreç aynı zamanda, yoksulluk başta olmak üzere çok çeşitli sosyal problemlerin yaşanmasına zemin hazırlamaktadır (FAO, 1976).

Üretim alanlarının kullanım sürekliliğini sağlanmasında, araziden faydalanan ormancılık, tarım, mera, yerleşim, sanayi, ulaşım vb. sektörlerinin çalışma alanlarına yönelik biyofiziksel, sosyal, ekonomik, kültürel ve çevresel değişkenlere bağlı olarak mevcut sorunları belirlenmelidir. Bu sorunları gidermek amacıyla özellikle arazilerin ve toprakların tüm karakteristik özelliklerinin belirlenmesi suretiyle, arazi ve toprak kaynaklarının sürdürülebilir yönetim ve kullanımları açısından bir arazi değerlendirme ve arazi kullanım planlama çalışmalarına ihtiyaç duyulmaktadır. Bundan dolayı da, temel toprak etüd ve harita çalışmaları; sağlayacağı verilerden dolayı büyük önem taşımaktadırlar (Dengiz ve ark. 2009; Dengiz ve Gülser, 2014; Dengiz ve ark. 2014). Keskin ve Yüksel (1998), Ankara’nın batısında yer alan Zir Vadisi ve yakın çevresine ait arazi kullanım planlama çalışması gerçekleştirmişlerdir. İlk aşamada çalışma alanına ait detaylı temel toprak haritasını yaparak, arazi ve toprak özelliklerini belirlemelerinin yanı sıra, yöreye ait arazi kullanım şekillerini ve onların gereksinimlerini belirlemişlerdir. Elde edilen veri ve bilgiler doğrultusunda, çalışma alanının arazi ve toprakların kalite durumlarını parametrik yöntem ile değerlendirerek, çalışma alanının tarımsal uygunluk haritasının oluşturulması sağlamışlardır.

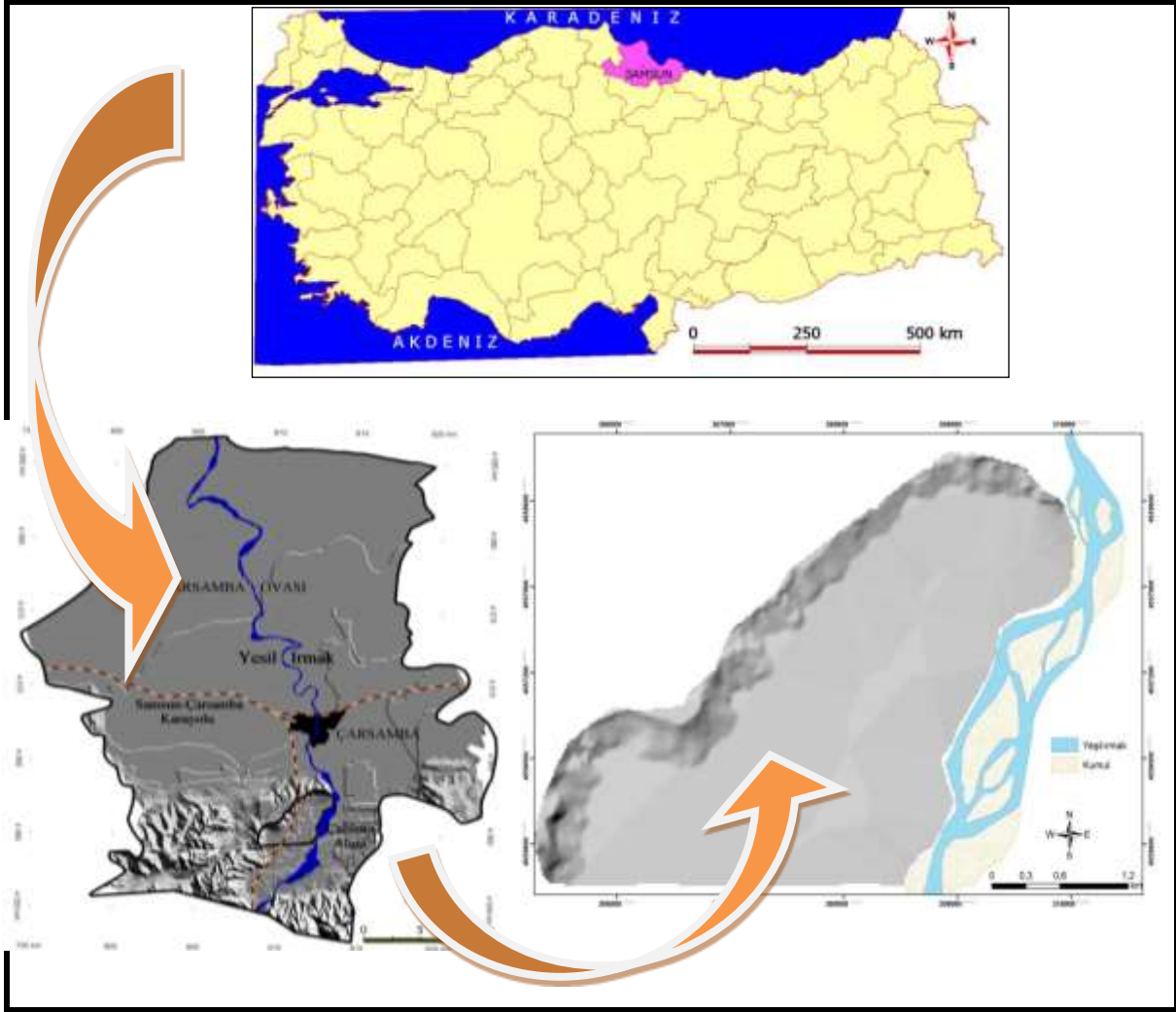
Arazi değerlendirmesi ve arazi kullanım planlamalarının yapılabilmesinin temelinde, özellikle toprak ve arazi kaynakları hakkında hızlı, doğru, yeterli bilgi ve verilerin günümüz teknolojilerinden yararlanılarak akılcı analizlerinin ve değerlendirmelerinin yapılabilmesi yatmaktadır (FAO, 1984; FAO 1993). Bu bağlamda arazi değerlendirmeyi arazilerin kullanım potansiyellerinin tahmin edilmesi işlemi şeklinde tarif edilebilir. Arazi değerlendirmeye yönelik kullanılan yöntem ve yaklaşımlar, genelde simülasyon modellerine dayalı niceliksel modeller ile uzman bilgi ve deneyimine dayalı niteliksel yaklaşımlar şeklinde ikiye ayrılabilir. Niceliksel modeller, arazi çalışmalarıyla beraber oldukça detaylı ve genellikle çok veri gerektirmektedir. Dolayısıyla; arazi uygunluk değerlendirme çalışması doğal olarak çok faktörlü bir problem olarak karşımıza çıkmaktadır. Bir başka ifadeyle; arazi uygunluk çözümlemesi çalışmalarına, birden fazla kriteri içeren bir değerlendirme veya çok kriterli karar verme problemi olarak yaklaşmak daha uygun olacaktır. Buna göre çok parametrelili arazi uygunluk değerlendirmeleri, matematiksel eşitliklerle ifade edilmektedir. Parametrik sistemlerin tek bir kategorik düzeyleri vardır. Bu sistemle yapılan sınıflamalarda ele alınan her bir parametre matematiksel modeller içerisinde kullanılarak elde edilen indeks değerlerine göre arazi uygunluk sınıfları belirlenmektedir. Buna bağlı olarak Akdeniz Çölleşme ve Arazi Kullanımı (MEDALUS) modelinde yer alan arazi kalite indeks alt modelini kullanarak Dengiz ve ark. (2004) Ankara-Bala Tarım işletmesi arazilerinde coğrafi bilgi sistemleri kullanılarak yapmış oldukları çalışmada; işletmeye ait arazilerin arazi kalite indekslerini belirlemişlerdir. Çalışma sonucuna göre; arazilerin %91,8’i yüksek, %8.18’i orta ve %0.01 ise düşük kalitede belirlenmiştir. Yüksek kaliteye sahip toprakların büyük bir kısmı ustocreptic calciorthid topraklarda bulunmaktadır.

Çalışmada temel amaç, tarımsal faaliyetlerin yoğun olarak yapıldığı Çarşamba Ovası sınırları içerisinde yer alan Sefalı, Bölmepınar ve Yenikişla köylerinin yer aldığı farklı fizyografik araziler üzerinde dağılım gösteren toprakların temel toprak haritasındaki veriler kullanılarak, arazilerin işlemeli tarıma uygunluk sınıflarının Doğrusal Kombinasyon Tekniği kullanılarak belirlenmesidir. Ayrıca, bu teknik kapsamda belirlenen niceliksel arazi ve toprak parametrelerinin ağırlık değerlerinin tesbit edilmesinde Analitik Hiyerarşi Süreci yaklaşımı kullanılmıştır. Böylece, toprakların niceliksel özelliklerine dayalı detaylı toprak çalışması, Doğrusal Kombinasyon Tekniği içerisinde kullanılarak, çalışma alanının tarımsal kullanımlar yönünden arazi uygunluk haritası oluşturulmuştur.

## Materyal ve Yöntem

### Araştırma alanının konumu ve genel özellikleri

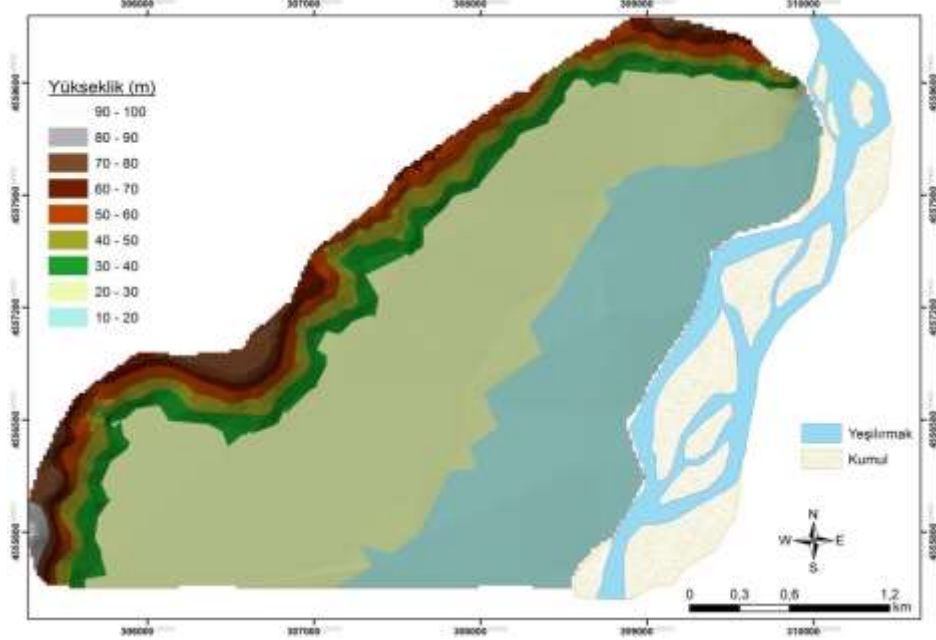
Çalışma Samsun İli Çarşamba ilçesine bağlı Sefalı, Bölmepınar ve Yenikışla köylerinin yer aldığı tarım arazilerinde gerçekleştirilmiştir. Bu alan, İlçeye yaklaşık 5 km Samsun İline ise 44 km uzaklıkta bulunmaktadır. Çalışma alanı Yeşilirmak nehrinin sol sahilinde yer almakta olup, yaklaşık toplam alanı 97 km<sup>2</sup>'dir. Alan ayrıca 305500-311000m D ve 4555500-4558500 K (UTM, m) koordinatları arasında bulunmaktadır (Şekil 1). Topografik özellik yönünden çalışma alanı üç farklı fizyografya belirlenmiş olup, bunlar yamaç, etek ve taban (genç ve eski teras) arazilerden oluşmaktadır. Çalışma alanının temel coğrafi özelliklerinin belirlenmesi amacıyla, alanın 1:25.000 ölçekli topografik haritalardan Sayısal Yükselti Modeli (SYM) üretilmiştir.



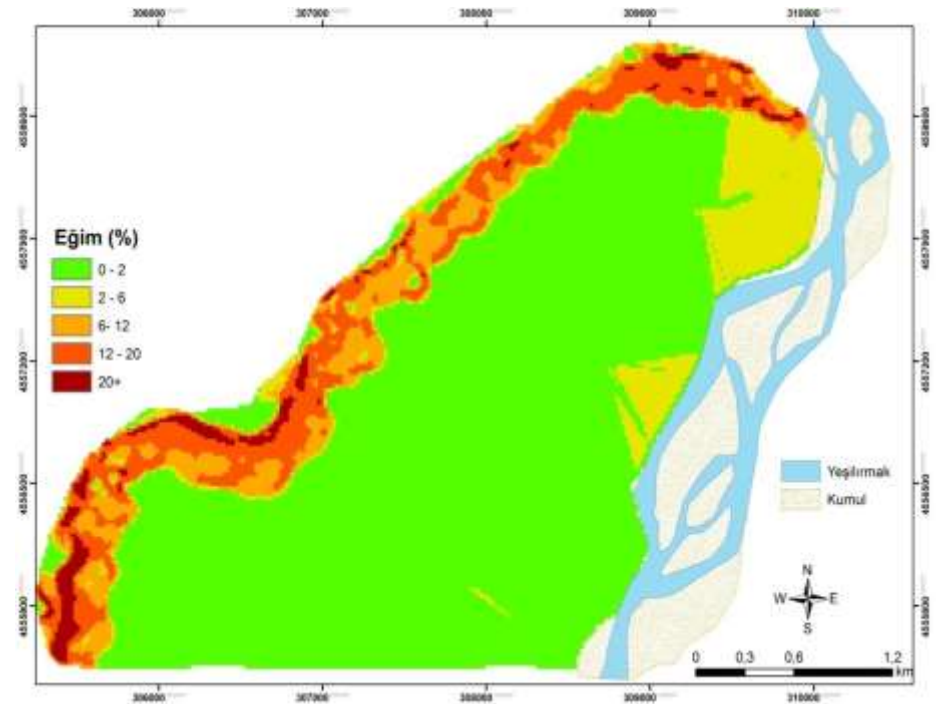
Şekil 1. Çalışma alanı yer buldur haritası

Üretilen SYM'den yararlanılarak eğim, yükselti ve kabartı haritaları oluşturulmuştur. Oluşturulan yükselti haritasında, taban arazinin deniz seviyesinden yüksekliği 5 ile 10 m arasında değişim gösterirken, alanın kuzey ve kuzey batı yönlerindeki yükseklik artışı 100 m'ye kadar çıkmaktadır (Şekil 2). Alanın eğim dağılım haritasına göre (Şekil 3), %0-2 arasında düz düze yakın araziler çalışma alanının büyük bir kısmını oluşturan taban arazilerin dağılımı oluştururken, eğim kuzey batı yönünde artmakta ve kademeli olarak %2 ile %20 arasında değişim göstermektedir. Bu alan içerisinde yamaç arazi topraklarının yanı sıra alüvyal ve kolüvyal topraklar yer almaktadır. Bilindiği üzere akarsuların zamanla taşıdığı ve biriktirdiği materyaller üzerinde oluşmuş alüvyal topraklar, çok kısa mesafeler içerisinde dahi çok değişken özellikler içererek birbirinden çok farklı topraklar meydana gelebilmektedir. Akarsu taşkın düzlüğüne girdiği zaman kendisine yakın olan yerlere iri taneleri, uzak olan mesafelere ise ince taneleri depolamaktadır. Bu nedenle, alüvyal depozitlerin karakteristikleri ve ana materyale bağlı olarak toprak oluşumu, stabil olmayıp devamlı değişime uğramakta ve farklı toprakların oluşmasına neden olmaktadır. Çalışma alanında dağılım gösteren alüvyal

topraklar, çeşitli fiziksel ve kimyasal parçalanmaya uğramış kayaç parçalarından ayrılan minerallerin karışımlarının Yeşilirmak Nehri tarafından taşınıp depolanması ile oluşmuş depozitler üzerinde gelişmişlerdir. Ayrıca, gelişim sürecine Yeşilirmak Nehrinin zaman içerisinde oluşturmuş olduğu fluvial yer şekilleri de katkıda bulunarak, çalışma alanı içerisinde morfolojik, minerolojik, fiziksel ve kimyasal olarak bir birinden farklı özelliklere sahip topraklar oluşmuştur. Çalışma alanı toprakları çoğunlukla tarım arazisi olarak kullanılmasının yanı sıra, yer yer çayırılık ve meralık alanlarda yer almaktadır.



Şekil 2. Çalışma alanı yükselti haritası.



Şekil 3. Çalışma alanı eğim dağılım haritası.

Samsun-Çarşamba ilçesinin meteorolojik verisine göre yıllık ortalama sıcaklık  $14.3^{\circ}\text{C}$  ve yağış miktarı ise  $1045.2$  mm olup yağışların büyük kısmı kış ve ilkbahar aylarında düşmektedir (Çizelge 1). Yağışın en az düştüğü aylar Haziran ve Temmuz aylarıdır. Uzun yıllar aylık ortalama sıcaklık ve aylık yağış miktarı dikkate alınarak Thornthwaite yöntemine göre bölgenin iklim tipi belirlenmiştir. Su bilançosu tablosundan (Çizelge 1 ve Şekil 4) yararlanılarak bulunan nemlilik indisi  $I_m = 46.89$  olarak bulunmuştur. Bu değere göre Çarşamba ilçesinin nemlilik indisi  $(40) < I_m < (60)$  arasında olup, iklim tipi nemli, nemli iklimler (B2) sınıfına



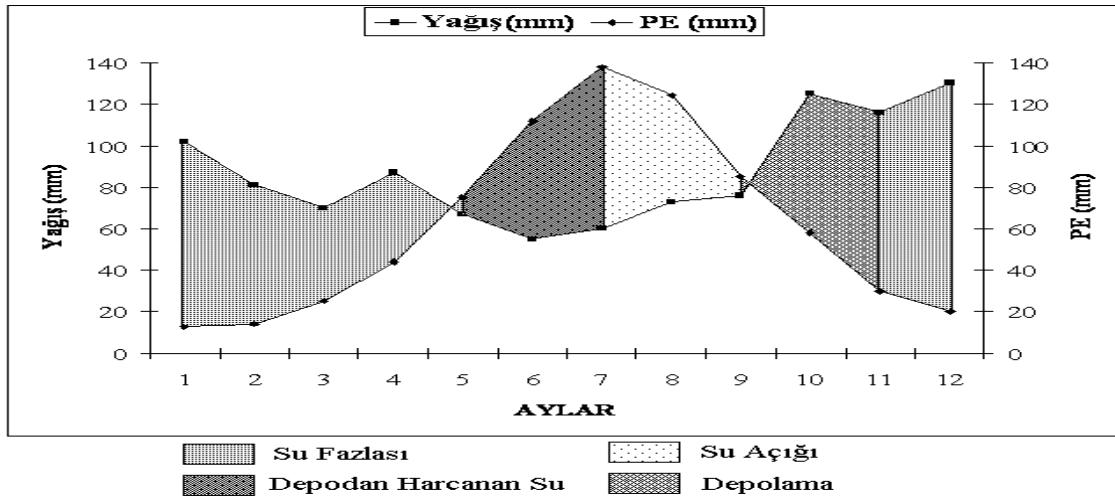
girmektedir. Yıllık potansiyel evapotranspirasyon miktarına göre ise iklim tipi, 739.06 mm ile mezotermal (orta sıcaklıktaki iklimler) B2 sınıfında yer almaktadır.

Araştırma alanı yağış rejimine yönelik olarak nemlilik indisi;  $I_a = 13.94$  değeri ile  $0 < I_a < 16.7$  değerleri arasında olup, yağış rejimi tipi "su açığı yok veya pek az (r)" sınıfa girmektedir. Sıcaklık rejimi ise; yıllık düzeltilmiş potansiyel evapotranspirasyon miktarının üç yaz ayına ait düzeltilmiş potansiyel evapotranspirasyon değerleri toplamına oranlanması sonucu 374.33 mm bulunmuştur. Bu değerle yıllık potansiyel evapotranspirasyon miktarının %50.6'sını oluşturmaktadır. Thornthwaite yöntemine göre; %50.6 değeri ile Çarşamba; "deniz iklim etkisine yakın b4" sınıfına dahil edilmiştir.

Çizelge 1. Araştırma alanı meteorolojik verileri ve toprak su bilançosu

Bilanço Elemanları	AYLAR												Yıllık Ort.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Sıcaklık (°C)	6.2	6.6	8.2	12	15.6	20.9	23.5	23.1	19.5	15.6	11.6	8.8	14.3
Sıcaklık İndisi	1.35	1.52	2.08	3.76	5.60	8.72	10.41	10.15	7.85	5.60	3.58	2.35	62.97
Düzeltilmemiş PE (mm)	15.8	17.2	24	40	60	89	109	104	82	60	37	25	14.28
Düzeltilmiş PE (mm)	13.11	14.28	24.72	44.4	75	112.14	138.43	123.76	85.28	57.6	30.34	20	739.1
Yağış (mm)	102.7	81.3	70.1	86.9	68.6	54.7	60	72.8	75.9	125.1	116.3	130.5	1045
Depo Değişikliği (mm)	0	0	0	0	-6.4	-57.44	-36.16	0	0	67.5	32.5	0	
Depolama (mm)	100	100	100	100	93.6	36.16	0	0	0	67.5	100	100	
Gerçek Ev-Tr(mm)	13.11	14.28	24.72	44.4	75	112.14	96.14	72.8	75.9	57.6	30.34	20	636.4
Su Açığı (mm)	0	0	0	0	0	0	42.27	50.96	9.38	0	0	0	103.1
Su Fazlası(mm)	89.59	67.02	45.38	42.5	0	0	0	0	0	0	53.46	110.5	408.4
Yüzeysel Akış (mm)	79.1	73.1	59.2	50.8	25.4	12.7	6.4	3.2	1.6	0.8	26.7	68.6	407.6

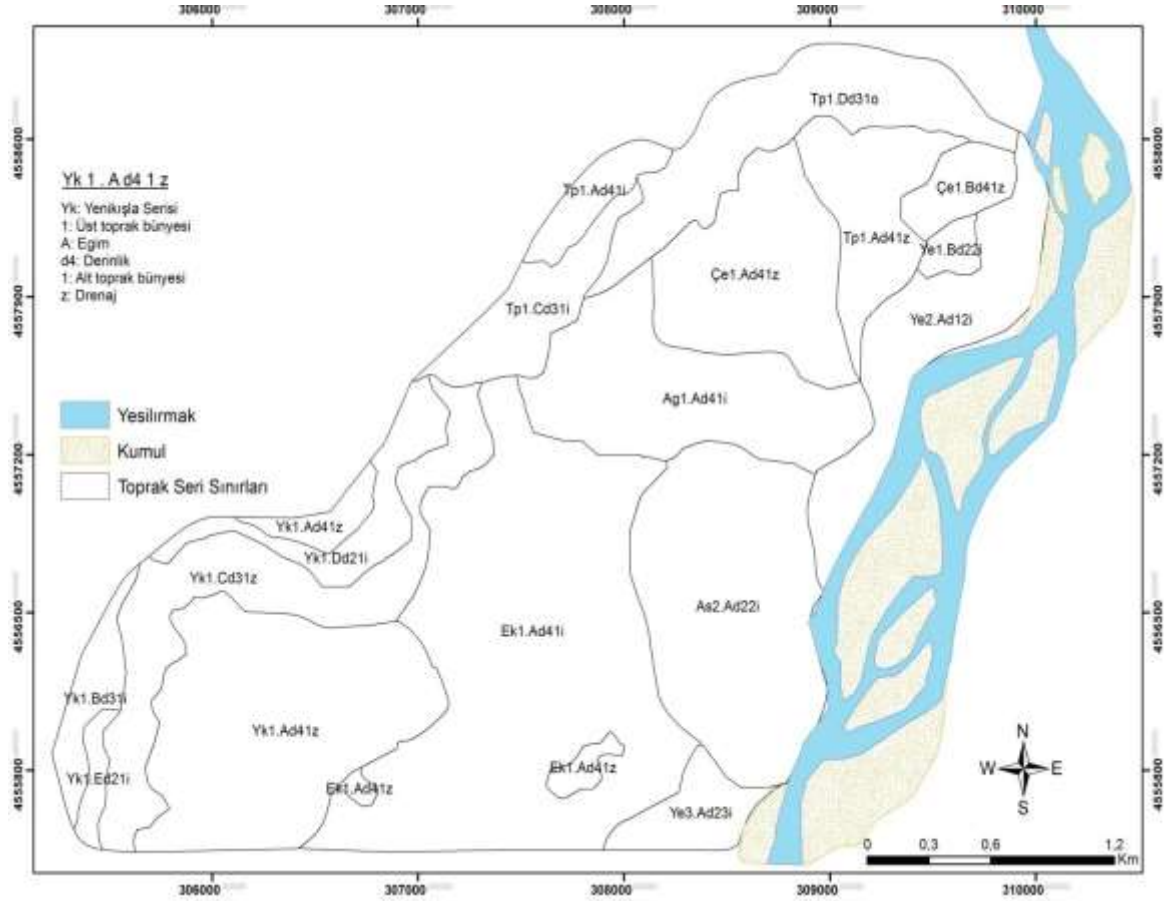
Thornthwaite yöntemine göre Çarşamba'nın iklim sınıfı B2 B2'r b4' simgeleri ile gösterilen "Nemli - nemli iklimler, Mezotermal, Su açığı yok veya pek az, denizel iklim etkisine yakın" bir iklim tipine sahip olduğu ortaya çıkmaktadır. Toprak sınıflamasına göre (Soil Survey Staff, 1999) 50 cm derinlikte toprak nem kontrol kesitinde, toprak sıcaklığı 5°C'in üzerinde olduğu dönemin yarısından daha fazlası kadar süre kuru değildir. Ayrıca, toprak nem kontrol kesiti 21 Aralık olan kış gün dönümünden sonraki 5 ay içerisinde ardışık olarak 45 gün veya daha fazla nemli olması ve 21 Haziran olan yaz gün dönümünden sonraki 4 ay içerisinde ardışık 45 gün kadar uzun süre kuru kalmaması nedeniyle toprak nem rejimi Ustik olarak belirlenmiştir. Çalışma alanının sıcaklık rejimi; uzun yıllar yıllık ortalama toprak sıcaklığı 8°C'den fazla, 15°C'den az ve 50 cm'deki yıllık ortalama kış ayları toprak sıcaklığı ile yıllık ortalama yaz ayları toprak sıcaklığı arasındaki fark 6°C' den daha fazla olduğundan dolayı Mesik olarak belirlenmiştir.



Şekil 4. Araştırma alanı toprak su bilançosu grafiği

Dengiz ve Efendiler (2016) tarafından yapılan toprak çalışmasında, toprakların oluşum süreci sonrası oluşan bazı yüzey üstü ve yüzey altı tanı horizonları saptanmış ve bunların 2 tanesi genç olmaları nedeniyle Entisol ordosuna, 3 tanesi Veritisol, ve 3 tanesi Inceptisol ordosunda sınıflandırılmıştır. Araştırma alanında toprak haritasına göre %8.30 ile Aşağıyazı toprak serisi en az alana sahip iken, %25.47 ile Yenikışla serisi en fazla alana sahiptir (Şekil 5). Yürütülen bu çalışmada takip edilen süreç, arazilerin işlemeli tarıma uygunluğu yönünden değerlendirilmesi işleminde yer alan çeşitli toprak ve arazi faktörlerinin belirlenen her bir harita

birimi için oranlarının belirlenmesidir. Arazi uygunluk değerlendirme çalışmalarına, birden fazla parametreyi içeren bir değerlendirme biçimi veya çok kriterli karar verme problemi olarak yaklaşmak daha uygun olacaktır (Patrono, 1998). Duruma yönelik birçok teknik ve yaklaşımlar geliştirilmiş olmasına karşın, yapılan bu çalışmada çok parametrelili arazi uygunluk değerlendirmesi tekniği olarak, Doğrusal Kombinasyon Tekniğinden (DKT) yararlanılmıştır.



Şekil 5. Çalışma alanı temel toprak haritası

Ele alınan bu teknikte, tarımsal yönden arazi kullanım şeklini etkileyen faktörlerin her birine etki derecesine göre bir ağırlık değeri atanmaktadır. Bu ağırlık değerleri, özellikle kriterlerin göreceli önemine göre belirlenmektedir. Yapılan bu işlemden sonra, faktörler alt sınıflara ayrılmakta ve bu alt sınıflar kendi içinde ayrı bir sayısal değerlendirmeye tabi tutularak sınıf puanları belirlenmektedir. DKT işleminde, sınıflara ait puanlar ile ait olduğu faktörün ağırlık değeri ile çarpılmaktadır. Böylece faktörler aynı ölçeğe konularak, birlikte toplanabilir yani kombine edilebilir hale getirilmiştir. DKT ile arazilerin işlemeli tarımsal amaçlı arazilerin uygunluk değerlendirmesi yaklaşımına ait matematiksel formül aşağıda verilmiştir.

$$S = \sum_{i=1}^n (W_i \cdot X_i)$$

Burada; S: Toplam arazi uygunluk skoru,  $W_i$  : i faktörünün ağırlık skoru,  $X_i$  : i faktörüne ait sınıf puanı, n: ele alınan faktörlerin toplam sayısıdır. Çizelge 2' de ise her bir haritalama birimine yönelik DKT ile hesaplanan değerler sınıflandırılarak, çalışma sahasının işlemeli tarıma yönelik arazilerin uygunluk haritası üretilmiştir.

Çizelge 2. Arazi uygunluk sınıfları ve sınıflara ait değerler

Tanımlama	Sınıf	Değer
Çok Uygun	S1	> 4.000
Uygun	S2	3.501 - 4.000
Az Uygun	S3	2.501 - 3.500
Uygun Değil	N	0.000 - 2.500

Çalışmada arazilerin işlemeli tarıma uygunluk çözümlerinde belirleyici olabilecek toplam 10 faktör göz önüne alınmıştır. Bu faktörler şu şekilde guruplandırılacak olunursa; fiziksel kriterler (arazi eğimi, toprak derinliği, bünye, taşlılık ve drenaj) ve kimyasal kriterler (elektiriksel iletkenlik, toprak reaksiyonu, organik madde ve kireç içeriği, toprak verimliliği) şeklindedir. Ayrıca, bu kriterler alt sınıflara ayrılarak, 0 ile 4 arasında ağırlık değerleri verilmiştir. Sınıflar arazilerin işlemeli tarıma yönelik faaliyetler açısından kullanımlarını imkansız kılıyorsa 0, kültür bitkilerin yetiştirilmesine maksimum olanak sağlaması durumunda 4 değerini almaktadır. En düşük ve en yüksek olarak verilen değerler arasında kalan skorlar ise toprak ve arazi karakteristiğinin bitki yetişmesini sınırlama derecesine göre değişmektedir (Çizelge 3). Parametrelere ait sınıfların ağırlık puanlarının verilmesinde ayrıca bazı literatürlerden de yararlanılmıştır (FAO,1976; FAO 1983; FAO,1993; Dengiz ve Özcan, 2006; Dengiz, 2007; Tunçay ve ark, 2010; Dengiz ve Sarıoğlu, 2013).

Çizelge 3. Tarımsal arazi uygunluk sınıflaması modelinde kullanılan parametreler ve alt faktörlere ait ağırlık puanları

Fiziksel parametreler									
Eğim %		Bünye		Drenaj		Derinlik (cm)		Taşlılık (%)	
Sınıf	Ağırlık Puanı	Sınıf	Ağırlık Puanı	Sınıf	Ağırlık Puanı	Sınıf	Ağırlık Puanı	Sınıf	Ağırlık Puanı
Düz (0-2)	4	Çok ince (C->%45)	2	İyi	4	0-20	1	< 2	4
Hafif (2-6)	3	Orta ince (C-<%45, CL, SiL, SCL)	3	Orta	3	20-50	2	2-10	3
Orta (6-12)	2	Orta (L, Si, SiL, fSL)	4	Yetersiz	2	50-90	3	10-50	2
Dik (12-20)	1	Kaba (S, SL, LS)	0	Fena	1	90+	4	>50	1
Çok dik (20+)	0								
Kimyasal parametreler									
pH		EC (dS/m)		CaCO <sub>3</sub> (%)		Organik Madde (%)		Verimlilik	
Sınıf	Ağırlık Puanı	Sınıf	Ağırlık Puanı	Sınıf	Ağırlık Puanı	Sınıf	Ağırlık Puanı	Sınıf	Ağırlık Puanı
>8.2-<6.5	1	0-2	4	0-5	2	< 1	1	Çok düşük	1
5.5-6.5	2	2-4	4	5-10	4	1-2	2	Düşük	2
6.5-7.5	4	4-8	1	10-20	3	2-3	3	Orta	3
7.5-8.2	3	8-10	0	20-30	1	>3	4	Verimli	4
		10+	0	30+	1				

Her bir faktöre veya kritere ait ağırlık değerlerinin belirlenmesi işleminde, değerlendirmede göz önünde bulundurulacak faktörlerin karşılıklı birbirlerine göre önemi dikkate alınmış ve bu işlemde (ağırlık puanlarının belirlenmesi) Saaty (1980) tarafından geliştirilen Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) yöntemi kullanılmıştır. Saaty'nin önerdiği bu yaklaşım, ele alınan faktörlerin ikili olarak karşılaştırılmasından elde edilen öncelik değerlerine dayalı bir ölçüm yaklaşımıdır. Bu teknik, en iyi karar alternatifinin belirlenmesinde, gerek objektif (kantitatif, nicel) gerekse de sübjektif (kalitatif, nitel) faktörlerin dikkate alınmasına olanak sunmaktadır. Saaty (1980) tarafından öne sürülen ikili karşılaştırmalara dayalı göreceli önceliklendirme ölçeği Çizelge 4'te sunulmuştur.

Çizelge 4. AHS tekniğinde tercihler için kullanılan ikili karşılaştırmalar ölçeği.

Sözel Tercih Hükümü	Açıklama	Değer
Eşit Tercih Edilme	İki faaliyet amaca eşit düzeyde katkıda bulunur	1
Kısmen Tercih Edilme	Tecrübe ve yargı bir faaliyeti diğerine göre kısmen tercih ettiriyor	3
Oldukça Tercih Edilme	Tecrübe ve yargı bir faaliyeti diğerine göre oldukça tercih ettiriyor	5
Kuvvetle Tercih Edilme	Bir faaliyet değerine göre kuvvetle tercih ediliyor ve baskınlığı uygulamada rahatlıkla görünüyor	7
Kesinlikle Tercih Edilme	Bir faaliyetin değerine göre tercih edilmesine ilişkin kanıtlar çok büyük bir güvenirliliğe sahip	9
Orta Değerler	Uzlaşma gerektiğinde kullanılmak üzere iki ardışık yargı arasına düşen değerler	2,4,6,8
Ters (Karşıt) Değerler	Bir eleman başka bir elemanla karşılaştırıldığında yukarıdaki değerlerden birisi atanır. Bunlardan ikinci eleman birinci eleman ile karşılaştırıldığında ters değere sahip olur .	

Çalışmada değerlendirmeye alınan faktörlerin (parametrelerin) ağırlık puanları AHS yaklaşımı ile belirlenirken;

i) İlk adımda; ikili karşılaştırmaların yapıldığı matrislerin oluşturulmasına yönelik faktörlerin etki durumu göz önünde bulundurulur,

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & \dots & a_{nn} \end{bmatrix}$$

Burada,

A = İkili karşılaştırmalar matrisi,

$a_{ij}$  = Hiyerarşinin bir üst düzeyindeki elemana göre, i elemanının j elemanına göre önemidir (i, j = 1,2,...,n)'dir.

İkili karşılaştırma matrisinin özellikleri

-  $a_{ji} = 1/a_{ij}$ ,

-  $a_{ij} > 0$  (i, j = 1,2,...,n)'dir.

- İkili karşılaştırmalar matrisinin tam tutarlı olabilmesi için aşağıdaki özelliği sağlaması gerekir.

$a_{ik} = a_{ji}a_{jk}$  (i,j,k= 1,2,...,n)

Yukarıdaki eşitlik sağlanıyor yani ikili karşılaştırma hükümleri kesin olarak tutarlı ise, bu durumda A ikili karşılaştırmalar matrisinin girdileri hata içermeyecektir ve aşağıdaki formül ile gösterilebilecektir.

$$a_{ij} = W_i/W_j$$

Burada;  $W_i$  = A ikili karşılaştırmalar matrisi vasıtasıyla hesaplanmış olan, i elemanına ilişkin öncelik değeri,  $W_j$  = A ikili karşılaştırmalar matrisi vasıtasıyla hesaplanmış olan, j elemanına ilişkin öncelik değeri ifade etmektedir. Yukarıdaki eşitlikten faydalanılarak aşağıdaki eşitlik yazılabilir.

$$a_{ik}a_{kj} = \frac{W_i}{W_k} \frac{W_k}{W_j} = \frac{W_i}{W_j} = a_{ij} \quad (i,j,k= 1,2,\dots,n)$$

İkili karşılaştırmalar matrisinin köşegen elemanları 1 değerini almaktadır. Yani,  $a_{ii} = 1$  (i, j, k= 1, 2,, n).

ii) A matrisi oluşturulması sonrasında karşılaştırılan parametrelerin her birinin önceliğinin hesaplanması (en büyük özdeğer vektörü veya öncelik vektörü veya kriterlerin ağırlık değerleri),

Adım 1: İkili karşılaştırmalar matrisinin her bir sütunundaki değerler toplanır.

Adım 2: İkili karşılaştırmalar matrisindeki her bir eleman, bulunduğu sütunun toplam değerine bölünür. Bu işlem sonucunda elde edilen matrise normalize edilmiş ikili karşılaştırmalar matrisi denir.

Adım 3: Normalize edilmiş ikili karşılaştırmalar matrisinin her bir satırındaki elemanların aritmetik ortalaması hesap edilir. Bu aritmetik ortalama değerleri, karşılaştırılan elemanların göreceli öncelikleri ile ilgili bir tahmin sağlar.

iii) Yöntemin son aşamasında ise, elde edilen özvektör değerinin tutarlılık kontrolünün yapılmasıdır. İkili karşılaştırmalar matrisi (A), sonuçta elde edilen öncelik vektörü (W) ile çarpılmak suretiyle yeni bir vektör elde edilir. Bu yeni vektörün her bir elemanını öncelik vektöründe buna karşılık gelen değere bölerek ikinci bir yeni vektöre ulaşılır. Bu son vektörün değerlerinin aritmetik ortalaması alınarak maksimum özdeğer ( $\lambda_{max}$ ) tahmin edilmiş olur.  $\lambda_{max}$ , ikili karşılaştırmalar matrisinin eleman sayısına (n) ne kadar yakın bir değer olur ise, sonuç o kadar tutarlı olacaktır (Kumar ve Ganesh, 1996).

O halde, A ikili karşılaştırmalar matrisinin tam tutarlı olmaması durumunda  $\lambda_{max}$  değeri n'den ve diğer özdeğerler de sıfırdan sapacaklardır. Bu sapmalar aşağıdaki eşitlikte verilen "Tutarlılık İndeksi (Tİ)" yardımı ile hesaplanmaktadır.

$$Tİ = (\lambda_{max}-n)/(n-1)$$

Öte yandan, Tutarlılık Oranını hesaplayabilmek için "Rastgele (Tasadüfi) İndeks (Rİ)" değerleri de bilinmelidir. Bu değerler 1-15 boyutlu matrislerin her bir boyutunda 100'er adet matrisin rastgele olarak doldurulması ve yukarıdaki formüle göre hesaplanan Tutarlılık İndekslerinin ortalamasını almak suretiyle oluşturulur (Çizelge 5).

Çizelge 5. AHS Tekniğindeki Tutarlılık Oranının Hesaplanmasında Kullanılan ve Matris Boyutlarına Göre Değişen Rastgele İndeks Değerleri (Saaty 1980).

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Rİ	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51	1.48	1.56	1.57	1.59



$$TO = T\bar{I}/R\bar{I}$$

Tutarlılık kontrolü, yargıların mantıksal tutarsızlığını ölçer ve yargılarda olabilecek hataların tanımlanmasına olanak sağlar. Yöntemin geçerli olması için tutarlılık oranı 0.10 (%10) veya daha küçük olmalıdır. Eğer bu oran 0.10'dan büyük ise ikili karşılaştırma matrislerinin yeniden oluşturulması gerekir (Saaty 1980).

## Bulgular ve Tartışma

Çalışma alanı yamaç arazi ve marn ana materyal üzerinde oluşum topraklarının yanı sıra taban ve etek arazilerde yer alan alüvial ve ko-aluviyal üzerinde yer alan topraklardan oluşmaktadır. Çalışma alanının işlemeli tarıma uygunluk yönünden değerlendirilmesinde, coğrafi bilgi sistemi yardımıyla çok kriterli değerlendirme sistemlerinden parametrik bir yaklaşım olan doğrusal kombinasyon tekniği (DKT) ve analitik hiyerarşik süreç (AHS) birlikte ele alınmıştır. Detaylı yürütülen toprak etüd haritalama çalışması sonucu araştırma alanına ait 19 tane haritalama birimi (HB) belirlenmiştir. Ayrıca, her bir HB'lerine ait modelde kullanılan arazi ve toprak karakteristik özellikleri olan drenaj, derinlik, taşlılık, bünye, eğim, pH, EC, organik madde, CaCO<sub>3</sub> içeriği ve verimlilik değerleri Dengiz ve Efendiler (2016) tarafından yapılan detaylı temel toprak haritasından elde edilmiştir.

Doğrusal Kombinasyon tekniğine dayalı arazilerin tarımsal amaçlı uygunluk değerlendirmesinde kullanılan parametrelere ilk olarak Saaty (1980) tarafından geliştirilen Çizelge 6 dikkate alınarak göreceli önemleri veya etki derecelerine göre bir kriter ağırlığı verilmiştir. Bu işlemin gerçekleştirilmesinde AHS tekniği kullanılmış olup, bu teknik kapsamında uygulanan ikili karşılaştırmalar süreci, karar analizine dahil olan elemanların kendi aralarında ikili olarak karşılaştırılması ile bu elemanların her birisi için ağırlık değerlerinin belirlenmesi şeklinde oluşturulmuştur. Çizelge 6'da arazilerin işlemeli tarıma uygunluklarının belirlenmesine yönelik olarak seçilen fiziksel parametreler (arazi eğimi, toprak derinliği, taşlılık, tekstür ve drenaj) ve kimyasal parametreler (EC, pH, organik madde, kireç içeriği, verimlilik) için yapılan ikili karşılaştırmalara dayalı olarak elde edilen ağırlık değerleri verilmiştir.

Çizelge 6'dan görüleceği üzere, işlemeli tarıma uygunluk değerlendirilmesine yönelik ele alanın arazi ve toprak karakteristikleri içerisinde çoğunlukla fiziksel parametreler daha yüksek ağırlık değerleri göstermiştir. Buna göre 0.2783 ağırlık değeri ile ele alınan uygunluk parametrelerinden arazi eğim parametresi en yüksek ağırlığı elde eden faktör olarak belirlenmiştir. Bu parametreyi sırasıyla bünye (0.1856), derinlik (0.1472) ve drenaj kriteri (0.1296), kimyasal parametrelerden ise organik madde kriteri (0.0947), verimlilik kriteri (0.066) ve pH parametresi (0.0555) takip etmektedir. Ayrıca, faktörlerin ikili karşılaştırmalarına ait ortalama tutarlılık oranı değeri ise %10'un altında (0.094) olarak belirlenmiştir. Doran ve Jones (1996) göre ele alınan kriterlerin ağırlıklandırılmasında özellikle doğal (kalıtsal-stabil) ve yapay-değiştirilebilir (dinamik) faktörler olarak ikiye ayırmaktadır. Wienhold ve diğ. (2004) ise dinamik kriterlerin (sulama, verimlilik vb.) özellikle toprak ve arazi yönetimlerinin nasıl yapılmasına yönelik etkilerinin olduğunu belirtmişlerdir.

Bununla birlikte, özellikle parametrelerin işlemeli tarım faaliyetlerinin yapılmasına yönelik göz önünde bulundurulması gereken önemli unsurlarada uygunluk göstermektedir. Bilindiği gibi, erozyona yönelik önlemleri almadan yada çok az tedbirler alınmak suretiyle makinalı tarımsal faaliyetlerin yapılabilmesindeki eğim sınırı yaklaşık %10 ile %12'nin üzerine çıkmaması gerekmektedir (Sönmez, 1994). Bu nedenle arazi eğimi, işlemeli veya makinalı tarım gerçekleştirilmesinde gerek mekanizasyon işlemlerinin gerçekleştirilmesinde gerekse de toprağın yerinde korunabilmesi açısından faktörler içerisinde en önde gelenidir. Çünkü, eğim gerek tarla içi mekanizasyon veya tarla trafiği gibi faaliyetlerin doğru yapılması, gerekse de toprak taşınımı açısından önemli rol üstlenmektedir (Dengiz, 2007; Dengiz ve Sarıoğlu, 2013).

Göz önüne alınan faktörlere yönelik hiyerarşik ilişki içerisinde fiziksel parametrelerde ikinci ve üçüncü sırasında ise bünye, toprak derinliği ve dördüncü sırada ise toprak drenaj özelliği gelmektedir. Bu faktörler toprakta yeterince su ve bitki besin maddesi tutulmasında, agregat ve strüktürel gelişiminin sağlanması dolayısıyla bitki kök gelişiminde, hava, su ve ısı döngüsünde mikroorganizma aktiviteleri gibi birçok toprak kalite özellikleriyle çok yakından ilişkili bulunmaktadır (Gülser ve ark. 2016; Mamedov ve ark. 2016; Gülser 2018; Doğan ve Gülser 2019). Gülser ve Candemir (2006), farklı bünyelere sahip toprakların dağılım gösterdiği alanlarda toprak işleme tav zamanlarına göre farklılıklar gösterdiğine yönelik bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Ağır bünyeli toprakların belirlenen zamandan önce işlenmesi ve tarla trafiğine maruz

kalması, toprakların yapısal özelliklerinde önemli tahripler olurken, fazla nemli koşullarda işlenmeleri durumunda ise fazla çeki gücü istemesinin yanı sıra topraklarda iri keseklerin oluşmasına neden olmaktadır ki bu da yine topraklarda strüktürel deformasyonlara yol açmaktadır. Toprakların bünyesel değişkenlikleri aynı zamanda geçirgenlik ve drenaj durumları ile de yakından ilişkili olup, çok ağır veya çok kaba bünyeli topraklar bitkisel üretimde olumsuz etkileri yaratabilmektedir. Bitkilerin topraktan optimum fayda sağlamasında diğer bir önemli kriter ise toprak derinliğidir ki, derinlik bitkiler için sadece bir tutunma veya dayanak yeri olmayıp aynı zamanda su ve besin elementlerinin depolandığı yerdir. Bu bağlamda toprak derinliğineki artış iyi bir kök gelişim ortamı sağlaması yanı sıra verim ve kalite artışında olumlu etki yapmaktadır.

Çizelge 6. Parametrelere ait ağırlık değerlerinin belirlenmesine yönelik AHS tekniği hesaplamaları

İkili Karşılaştırmalar Matrisi											
	Eğim	Bünye	Drenaj	Derinlik	Taşlılık	pH	EC	CaCO <sub>3</sub>	OM	Verimlilik	
Eğim	1,000	3,000	3,000	3,000	5,000	5,000	7,000	5,000	7,000	3,000	
Bünye	0,333	1,000	3,000	2,000	5,000	5,000	5,000	5,000	3,000	3,000	
Drenaj	0,333	0,333	1,000	0,500	5,000	3,000	5,000	5,000	3,000	5,000	
Derinlik	0,333	0,500	2,000	1,000	5,000	3,000	5,000	7,000	3,000	3,000	
Taşlılık	0,200	0,200	0,200	0,200	1,000	0,333	3,000	3,000	0,200	0,200	
pH	0,200	0,200	0,333	0,333	3,000	1,000	3,000	2,000	0,333	2,000	
EC	0,142	0,200	0,200	0,200	0,333	0,333	1,000	1,000	0,200	0,333	
CaCO <sub>3</sub>	0,200	0,200	0,200	0,142	0,333	0,500	1,000	1,000	0,142	0,200	
OM	0,142	0,200	0,333	0,333	5,000	3,000	5,000	7,000	1,000	3,000	
Verimlilik	0,333	0,333	0,200	0,333	5,000	0,500	3,000	5,000	0,333	1,000	
Toplam	3,216	6,166	7,466	8,041	34,666	21,666	38,00	41,00	18,208	20,733	
Normalize Edilmiş İkili Karşılaştırmalar Matrisi											
	Eğim	Bünye	Drenaj	Derinlik	Taşlılık	pH	EC	CaCO <sub>3</sub>	OM	Verimlilik	
Eğim	0,311	0,487	0,402	0,373	0,144	0,231	0,184	0,122	0,384	0,145	
Bünye	0,104	0,162	0,402	0,249	0,144	0,231	0,132	0,122	0,165	0,145	
Drenaj	0,104	0,054	0,134	0,062	0,144	0,138	0,132	0,122	0,165	0,241	
Derinlik	0,104	0,081	0,268	0,124	0,144	0,138	0,132	0,171	0,165	0,145	
Taşlılık	0,062	0,032	0,027	0,025	0,029	0,015	0,079	0,073	0,011	0,010	
pH	0,062	0,032	0,045	0,041	0,087	0,046	0,079	0,049	0,018	0,096	
EC	0,044	0,032	0,027	0,025	0,010	0,015	0,026	0,024	0,011	0,016	
CaCO <sub>3</sub>	0,062	0,032	0,027	0,018	0,010	0,023	0,026	0,024	0,008	0,010	
OM	0,044	0,032	0,045	0,041	0,144	0,138	0,132	0,171	0,055	0,145	
Verimlilik	0,104	0,054	0,027	0,041	0,144	0,023	0,079	0,122	0,018	0,048	
Öncelik Vektör											
	Normalize Edilmiş Satırlar Toplamı				Normalize Edilmiş Satırlar Ortalaması				Öncelik Vektörü		
Eğim	2,783				2,783/10				0,2783		
Bünye	1,856				1,856/10				0,1856		
Drenaj	1,296				1,296/10				0,1296		
Derinlik	1,472				1,472/10				0,1472		
Taşlılık	0,363				0,363/10				0,0363		
pH	0,555				0,555/10				0,0555		
EC	0,230				0,230/10				0,0230		
CaCO <sub>3</sub>	0,240				0,240/10				0,0240		
OM	0,947				0,947/10				0,0947		
Verimlilik	0,660				0,660/10				0,0660		

$$\lambda_{\max} = 11.252 \quad TO = 0.094 \quad (\%9.40)$$

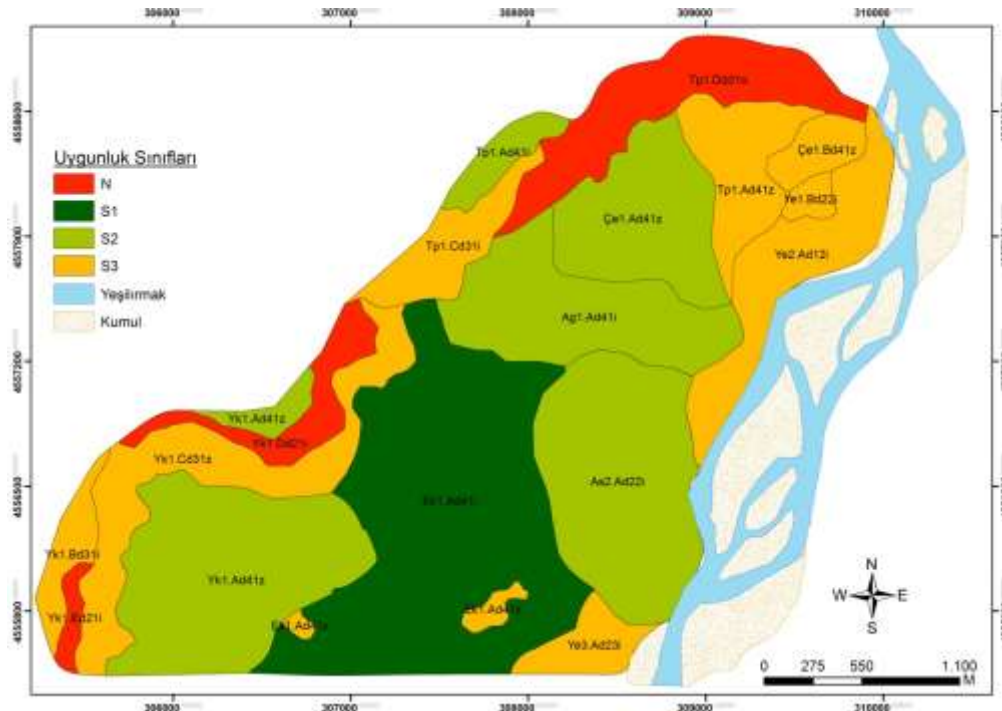
Kimyasal kriterler içerisinde EC en düşük ağırlık değerine sahip olup, bu durum çalışma alanı topraklarında ağırlık puanında değişkenliğinin çok az ve bitkiler için problem görülmemesindedir. Kireç ise benzer şekilde olmasına karşın değişim aralığı EC'ye göre biraz daha fazla olmasıdır. Verimlilik faktörüne yönelik ise, verimliliği düşük veya az olarak belirlenen alanlarda gübreleme faaliyetleri gibi uygulamalarla verimsel artışın sağlanması nedeniyle, ağırlık değerleri düşük olarak belirlenmiştir. Buna karşın, organik maddenin topraklar arasında çok farklılıklar göstermesi ve toprakta artışının çok zor olması ayrıca toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik faktörlerinin tümüne etki yapması nedeniyle kimyasal kriterler içerisinde en yüksek değer olarak belirlenmiştir. [Dengiz ve Sarıoğlu \(2013\)](#), parametrik bir model olan DKT kullanılarak

arazilerin işlemeli tarıma uygunluk sınıflamasının belirlenmesi ve haritalanma amacıyla, Samsun İlinin Bafra ilçesine bağlı Dedeli ve Çetinkaya Köyleri ve yakın çevresinde yaklaşık 1762.4 ha alanda bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Çalışma alanına ait haritalama birimleri ve modeller için gerekli olan toprak parametrelerinin belirlenmesinde daha önce yapılmış detaylı toprak haritasından yararlanılmıştır. Ayrıca, CBS programı kullanılarak çalışma alanının arazi uygunluk haritaları oluşturulmuştur. Tarımsal yönden arazi uygunluk haritasına göre, araştırma alanının büyük bir kısmı olan 1035.7 ha'ı (%58.8) uygun ve çok uygun sınıfları oluştururken, %31.3'ü (552.4 ha) az uygun sınıfa girmektedir. Toplam alanın yalnız %9.9'unu oluşturan Kz4.Ad1a, Hz1.Ed2a ve Tt1.Dd2i haritalama birimleri ise tarımsal kullanıma uygun değildir. Yapılan analitik hiyerarşik süreçte tutarlılık oranını 0.074 olarak belirlemişlerdir. Son olarak, Doğrusal Kombinasyon Tekniği ile elde edilen sonuçlar Arazi Kalite İndeks modeli ile elde edilen uygunluk sınıflarıyla karşılaştırılmış ve sonuçların birbirine yakınlık gösterdiği belirlenmiştir. Yine, [Dengiz ve ark \(2015\)](#), çeltik yetiştiriciliğinde en uygun alanların belirlenmesi amacıyla Sinop-Boyabat ilçesi Gökırmak Havzasında yer alan aluviyal araziler üzerinde çeltik tarımı yapılan alanlardan 52 adet toprak örnekleri alınmış ve örneklerde bazı fiziko kimyasal toprak özellikleri analiz edilmiştir. Alanın çeltik yetiştiriciliğinde uygun alanların belirlenmesinde çok kriterli yaklaşımda analitik hiyerarşik süreç ve doğrusal kombinasyon tekniği kullanılarak her bir noktanın uygunluk sınıflaması belirlenmiş ve noktaların aldığı uygunluk değerleri jeoistatistik model ile dağılım alanları belirlemişlerdir. Yapılan analitik hiyerarşik süreçte tutarlılık oranı %9 olarak belirlemişlerdir. Çeltik uygunluk haritalama çalışmasına göre alanın %65.1 çok uygun ve uygun iken %34.9'u ise hiç uygun olmayan alanları oluşturduğu belirlemişlerdir. Çalışmada DKT dikkate alınarak arazi uygunluk değerlendirme çalışması sonucu oluşturulan tarımsal uygunluk haritası Şekil 6' da ve uygunluk sınıflarının alan içerisindeki alansal ve yüzdesel dağılımları Çizelge 7'de gösterilmiştir.

Çizelge 7 incelendiğinde, DKT yaklaşımına göre, çalışma alanı topraklarının büyük bir kısmı olan %62.85 tarımsal yönden arazi uygunluk sınıflamasında işlemeli tarıma uygun ve çok uygun olarak belirlenirken, 2633.4 da yani alanın %27.1'si az uygun sınıfa girmektedir. Ayrıca alanın yaklaşık %10'u ise işlemeli tarıma uygun olmayan alanı oluşturmaktadır.

Çizelge 7. Arazi uygunluk sınıflarının alansal ve oransal dağılımları

Tanımlama	Sınıf	Alan (da)	Oran (%)
Çok Uygun	S1	2109,2	21,71
Uygun	S2	3997,1	41,14
Az Uygun	S3	2633,4	27,10
Uygun Değil	N	976,1	10,05
Toplam		9715,8	100,00



Şekil 6. DKT göre alanın arazi uygunluk sınıflarına ait harita

Toprak haritasında yer alan her bir seri ve bu serilere ait haritalama birimlerinin uygunluk sınıfları, alansal ve yüzdesel dağılımları ise Çizelge 8’de verilmiştir. Alanda işlemeli tarıma uygun olmayan ve N olarak sınıflandırılmış olan Tp1.Dd31o, Yk1.Ed21i ve Yk1.Dd21i haritalama birimleri özellikle eğim (>%20) sınırlandırıcı bir faktör olarak belirlenmiştir. S3 olarak sınıflandırılan haritalama birimlerinde ise başlıca ağır bünyeli olmalarının yanı sıra Yeşilirmak serisinde yer alan haritalama birimlerinde aluviyal depozitler üzerinde oluşmuş genç toprakların sığ ve kaba bünyeye sahip olmalarıdır. Alanda sadece Ek1.Ad41i haritalama birimi S1 seviyesinde uygunluk düzeyine sahip olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 8. Her bir haritalama birimini tarımsal arazi kullanımına uygunluk sınıflarının alansal ve oransal dağılımları

Seriler	Haritalama Birimleri	Değer	Sınıf	Alan (da)	Oran (%)
Aşağımahalle	As2.Ad22i	3,665	S2	1112,0	11,44
Aşağıyazı	Ag1.Ad41i	3,621	S2	809,6	8,33
Eğrikum	Ek1.Ad41i	4,004	S1	2334,2	24,02
Eğrikum	Ek1.Ad41z	2,963	S3	46,8	0,48
Eğrikum	Ek1.Ad41z	2,963	S3	18,0	0,19
Tepecik Tepe	Tp1.Ad41z	3,440	S3	140,0	1,44
Tepecik Tepe	Tp1.Dd31o	2,022	N	653,0	6,72
Tepecik Tepe	Tp1.Ad41i	3,583	S2	405,2	4,17
Tepecik Tepe	Tp1.Cd31i	2,574	S3	293,2	3,02
Yenikaşla	Yk1.Ad41z	3,518	S2	90,0	0,93
Yenikaşla	Yk1.Cd31z	2,825	S3	733,1	7,54
Yenikaşla	Yk1.Ed21i	1,889	N	62,3	0,64
Yenikaşla	Yk1.Bd31i	2,825	S3	159,3	1,64
Yenikaşla	Yk1.Dd21i	2,407	N	260,8	2,68
Yenikaşla	Yk1.Ad41z	3,534	S2	1169,6	12,04
Yeşilirmak	Ye1.Bd22i	3,023	S3	58,3	0,60
Yeşilirmak	Ye2.Ad12i	2,919	S3	591,1	6,08
Yeşilirmak	Ye3.Ad23i	2,740	S3	182,0	1,87
Çerkezler	Çe1.Ad41z	3,524	S2	451,1	4,64
Çerkezler	Çe1.Bd41z	3,248	S3	164,5	1,51

## Sonuç

Yapılan bu çalışma Samsun İlinin Çarşamba ilçesine bağlı Sefalı Köyü ve yakın çevresini kapsamakta olup, yaklaşık 97 km<sup>2</sup> alanda gerçekleştirilmiştir. Çalışma alanı yamaç arazi ve marn anamateryal üzerinde oluşum topraklarının yanı sıra, taban ve etek arazilerde yer alan aluviyal ve ko-aluviyal üzerinde yer alan topraklardan oluşmaktadır. Çalışma alanının işlemeli tarıma uygunluk yönünden değerlendirilmesinde, coğrafi bilgi sistemi yardımıyla çok kriterli değerlendirme sistemlerinden parametrik bir yaklaşım olan DKT ve AHS birlikte ele alınmıştır. Yapılan uygunluk değerlendirmesinde ele alınan arazi ve toprak karakteristikleri içerisinde çoğunlukla fiziksel parametreler daha yüksek ağırlık değerleri göstermiştir. Bunun en önemli sebebi ise arazi ve toprağın kalıtsal özelliği yani değiştirilemez stabil karakteristiklerinden ileri gelirken, daha dinamik ve insan etksi ile değişkenlik gösterebilecek verimlilik (gübreleme vb.) özelliklerin ağırlıklandırılmasında daha düşük değer almıştır.

Detaylı yürütülen toprak etüd haritalama çalışması sonucu araştırma alanına ait 19 tane haritalama birimi (HB) belirlenmiştir. Ayrıca, her bir HB’lerine ait modelde kullanılan arazi ve toprak karakteristik özellikleri olan drenaj, derinlik, taşlılık, bünye, eğim, pH, EC, organik madde, CaCO<sub>3</sub> içeriği ve verimlilik değerleri detaylı temel toprak haritasından elde edilmiştir. Temel toprak haritasına göre 7 adet toprak serisi tanımlanmış olup, bu seriler içerisinde 247.6 da ile Yenikaşla toprak serisi en büyük yayılım alanına sahip iken, 82.3 da alan ile Çerkezler toprak serisi en az alanda dağılım göstermektedir.

Çalışma alanına ait haritalama birimleri ve DKT için gerekli olan arazi ve toprak parametrelerinin elde edilmesinde detaylı sayısal toprak haritası ve toprak veri tabanından faydalanılmıştır. Elde edilen bu veriler ve model yardımıyla, coğrafi bilgi sistemi yazılımı kullanılarak çalışma sahasına ait işlemeli tarımın yapılmasına yönelik arazi uygunluk haritası üretilmiştir. Tarımsal yönden oluşturulan alanın arazi uygunluk haritasına göre, çalışma alanının büyük bir kısmı olan 6106.3 da’ı uygun ve çok uygun sınıfları oluştururken,



yaklaşık %37'si az uygun veya hiç tarımsal uygulamalara uygunluk göstermeye sınıfa girmektedir. Özellikle burada işlemeli tarımsal faaliyetlerin yapılmasına yönelik, bitkisel üretimi sınırlandıran ana faktörler olarak eğim, ağır bünye ve sığ toprak özellikleri olduğu belirlenmiştir.

Arazi uygunluk işlemlerinde, modelsel yaklaşımların oluşturulmasına yönelik kullanılacak faktörlerin nicelik ve niteliklerine göre, aynı alanda farklı sonuçlar ile karşılaşılabilmektedir. Bundan dolayı, arazi uygunluk çalışmalarında model seçimlerinde ön plana alınacak unsur, alana ait veri miktarı ve veri kalitesidir. Her alandan aynı miktarda ve kalitede veri temini mümkün değildir. Parametrik modellerde temel yaklaşım, bitkisel üretimde her bir arazi ve toprak karakteristiğinin sınırlayıcı faktörüne bağlı olarak değişen seviyelere göre arazi değerlendirme işlemidir. Araştırmaya konu olan sahadaki doğal kaynakların potansiyelleri ile yerel insanların ihtiyaçları göz önünde bulundurularak, kaynakların sürdürülebilir şekilde değerlendirilmesi yönünde öneriler getirmiştir. Sahadan ve ofis çalışmalarından elde edilen sonuçlarla, yörenin sürdürülebilir arazi kullanımına önemli katkılar sağlanacaktır.

Çalışmada ayrıca, günümüzün güncel ve önemli teknolojilerinden biri olarak sayılan CBS tekniğinin kullanılması sayesinde, yüksek hacimli veri ve bilgilerin kısa zaman sürecinde elde edilmesi, analiz edilmesi ve sorgulanması, saklanması-depo edilmesi ve çok çeşitli haritaların oluşturulmasına olanak sağlamıştır. Bu teknik ve yazılımların kullanılmasının yaygın hale getirilmesi sonucu, planlamacıların ve karar vericilerin sonuçlara ulaşmada hızlilik ve doğruluğun yanı sıra doğal kaynakların (toprak ve arazi) sürdürülebilir bir şekilde kullanılmasına imkân tanımıştır.

Sonuç olarak yapılan bu çalışmada, CBS ve AHS yardımıyla DKT modeli kullanılarak incelenen alana ait sahalarda tarımsal faaliyetlerin uygulanmasına yönelik uygunluk sınıflaması çalışması gerçekleştirilmiştir. Bu doğrultuda arazilerin büyük bir kısmının tarımsal yönünden uygun ve çok uygun olduğu belirlenerek haritalandırılmıştır. Bu bilgiler ışığında bölgedeki yanlış arazi kullanımını önleyerek, gerek doğal kaynakların gerekse insan kaynaklarının sürdürülebilir kullanımı sağlanmaya çalışılmıştır.

## Kaynaklar

- Dengiz O, Özcan H, 2006. Samsun-Bafra Ovası topraklarının cbs yardımıyla verimlilik indekslerinin (PI) belirlenmesi. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 20 (38), 136-142.
- Dengiz O, 2007. Assessment of soil productivity and erosion status for the Ankara-Soğulca catchment using GIS. International Journal of Soil Science 2 (1), 15-28.
- Dengiz, O, Sarıoğlu FE, 2013. Parametric approach with linear combination technique in land evaluation studies. Journal of Agricultural Sciences, 19 (2), 101-112.
- Dengiz O, Efendiler A, 2016. Farklı iki fizyografik ünite üzerinde oluşmuş toprakların karakteristiklerinin belirlenmesi ve dağılım haritalarının oluşturulması. Uluslararası Coğrafya Sempozyumu, TÜCAUM, 13-14 Ekim, 156-168. Ankara.
- Doğan B, Gülser C, 2019. Assessment of soil quality for vineyard fields: A case study in Menderes District of Izmir, Turkey. Eurasian Journal of Soil Science, 8(2), pp.176-183.
- Dengiz O, Gülser C, İç S, Kara Z, 2009. Aşağıaksu Havzası Topraklarının Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri ve Haritalanması. Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, 24 (1): 34-43.
- Dengiz O, Gülser C, 2014. Farklı Fluviyal Depozitler Üzerinde Oluşmuş Toprakların Dağılım Alanlarının Belirlenmesi ve Sınıflaması. Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi, 1: 9-17.
- Dengiz O, Şişman A, Gülser C, Şişman Y, 2014. Arazi Toplulaştırmasında Kullanılan Arazi Kalite Derecelendirme Yöntemine Alternatif Yaklaşım. Toprak Su Dergisi, 3(1): (59-69)
- Dengiz O, Özden, Ş, Başkan, O, Özcan H. 2004. Determination of Soil Quality Index of Bala State Farm Soils According to The Medalus Methodology. International Soil Congress on Natural Resource Management for Sustainable Development, Erzurum-Turkey.
- Dengiz O, MA. Özyazıcı, Sağlam M. 2015. Multi-Criteria Assessment And Geostatistical Approach For Determination of Rice Growing Suitability Sites in Gokirmak Catchment. Paddy Water Environment, 13: 1-10. DOI 10.1007/s10333-013-0400-4.
- Diñç U, Şenol S, 1997. Toprak Etüd ve Haritalama. Ç. Ü. Ziraat Fakültesi Ders Kitapları Yayın No:50, Adana.
- Doran JW, Parkin BT, 1994. Defining and assessing soil quality. In: Doran, J.W., Coleman, D.C., Bezdicek, D.F., Stewart, B.A. (Eds.), Defining Soil Quality for a Sustainable Environment. SSSA Inc., Madison, WI, USA, pp. 3-21 (SSSA Special Publication No. 35).
- FAO, 1976. A Framework for land evaluation: Soils Bulletin 32, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy
- FAO, 1983. Guidelines. Land evaluation for rainfed agriculture: Soils Bulletin 52, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.

- FAO, 1984. Land evaluation for forestry, forestry paper 48: Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy
- FAO, 1993. An international framework for evaluating sustainable land management. Rome, Italy.
- Gülser C, Candemir F, 2006. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Kurupelit Kampus topraklarının bazı mekaniksel özellikleri ve işlenebilirlikleri. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 21(2): 213-217.
- Gülser C, Ekberli İ, Candemir F, Demir Z. 2016. Spatial variability of soil physical properties in a cultivated field. Eurasian Journal of Soil Science, 5(3):192-200.
- Gülser C, 2018. Predicting Aggregate Stability of Cultivated Soils. Journal of Scientific and Engineering Research, 5(11):252-255.
- Keskin S Yüksel M, 1998. Ankara Zir Vadisi ve yakın çevresinin arazi kullanım planlaması. M. Şefik Yeşilsoy International Symposium on Arid Region Soil. Menemen- İzmir (457- 463)
- Kumar NV, Ganesh LS, 1996. A simulation-based evaluation of the approximate and exact eigenvector methods employed in AHP, European Journal of Operational Research, 95, 656-662.
- Mamedov A, Ekberli İ, Gülser C, Gümüş İ, Çetin U, Levy JG, 2016. Relationship between soil water retention model parameters and structure stability. Eurasian Journal of Soil Science, 5(4):255-331.
- Saaty TL, 1980. The Analytic Hierarchy Process. McGraw-Hill, New York.
- Soil Survey Staff, 1999. Soil Taxonomy. A Basic of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Survey. U.S.D.A Handbook No: 436, Washington D.C.
- Thorntwaite CW, 1948. An Approach to a Rational Classification of Climate. Geographic Review, 38: 55-94.
- Tunçay T, Bayramin İ, Erpul G, Kibar M, 2010. Kırşehir Çiçekdağ Tarım İşletmesi topraklarının kalite durumlarının belirlenmesi. Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi 25(3):185-191.
- Patrono A, 1998. Multi-Criteria Analysis and Geographic Information Systems: Analysis of Natural Areas and Ecological Distributions. Multicriteria Analysis for Land-Use Management, Edited by Euro Beinat and Peter Nijkamp, Kluwer Academic Publishers, Environment and Management-Volume: 9, pp: 271-292, AA Dordrecht, The Netherlands.
- Sönmez K, 1994. Toprak Koruma. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 169, Erzurum.
- Wienhold BJ, Andrews SS, Karlen DL, 2004. Soil quality: a review of the science and experiences in the USA. Environ Geochem Hlth. 26:89-95.